



PoE 反向供电技术应用研究

庄湛海¹, 陈健康²

(1. 中国电信股份有限公司广东研究院 广州 510630; 2. 华信邮电咨询设计研究院有限公司 杭州 310004)

摘要: 针对宽带接入网的实际需求, 研究了 PoE 反向供电技术对设备、布放环境、布放线缆、多用户平衡供电和管理等的要求以及安全/保护等问题, 并进行了实验室测试和验证, 为推动 PoE 反向供电技术的现网应用提供了重要的依据和参考。

关键词: PoE; 反向供电; 宽带接入网

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2014.02.023

Research on the Application of Reverse PoE

Zhuang Zhanhai¹, Chen Jiankang²

(1. Guangdong Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China;

2. Huaxin Consulting Co., Ltd., Hangzhou 310004, China)

Abstract: Based on the power supply demands of broadband access network, the equipments, wiring surrounding, multi-users balanced power supply and administration, security/protection about the reverse PoE application were studied and a test was done in laboratory. All those can provide reliable theory and experience for the reverse PoE construction and promote the development of the application of reverse PoE.

Key words: power over ethernet, reverse power supply, broadband access network

1 引言

为落实“光网城市”战略的实施, 光接入网的部署已经进入规模化阶段。由于已有管道的限制, 老旧小区的最后 100 m 光缆入户存在较多困难, 很多时候 ONU 设备只能在户外安装, 即使 ONU 放置在入户弱电箱内, 直接取电也存在用电安全以及强弱电干扰的隐患问题, ONU 设备的取电问题很大程度上已经成为光接入网进一步规模发展的障碍。PoE (power over ethernet) 反向供电技术利用五类线, 从应用终端反向对 ONU 进行供电, 是解决这一问题的有效办法。

2 PoE 反向供电技术与应用研究

2.1 PoE 反向供电原理

一个完整的 PoE 反向供电系统包括供电端设备

(power sourcing equipment, PSE)、受电端设备 (powered device, PD) 及其中间的传输线路。PSE 为客户端设备提供电源, 同时也是整个 PoE 反向供电过程的管理者; PD 是接受供电的 PSE 负载; PSE 和 PD 之间采用标准五类线完成信号传送^[1]。光接入网中典型的 PoE 反向供电系统结构如图 1 所示。

图 1 中, ONU 内置 PD 功能, 放置在楼道, 连接多个用户, PSE 放置在用户家中, 用户 PC 通过 PSE 用标准五类网线连接 ONU。当用户上线时, PSE 接通 220 V 电源, 将用户 PC 发送的数据信号和电源信号耦合在一起后通过网线发送给 ONU, 具有 PD 功能的 ONU 将接收信号分流, 一方面实现对 ONU 供电, 另一方面将数据向上发送。

PoE 反向供电采用标准的以太网传输电缆输送直流电定义的方法, 即中间跨接法和末端跨接法。中间跨接法使

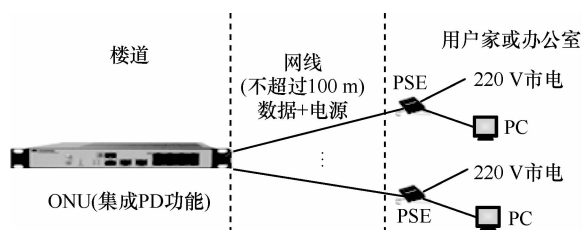


图1 光接入网中一个典型的 PoE 反向供电系统

用以太网电缆中没有被使用的空闲线对(4/5,7/8)传输直流电,末端跨接法在数据线对(1/2,3/6)上同时传输数据信号和直流电信号。两种供电方式的接口模型如图2所示。

图2(b)中,馈电传输方式利用数据线对1/2、3/6与电源信号耦合传输功率,从网口变压器中心抽头叠加-48 V 直流馈电。直流电和数据信号采用不同的频率传送,互不干扰,在同一线对同时传输电流和数据,实现电流和数据的“复用”。

2.2 PoE 反向供电应用研究

对光接入网供电而言,PoE 反向供电技术是一个很好的补充解决方案,但在实际应用中还存在诸多问题需要解决,如布放线缆要求、供电距离限制、多用户平衡供电、供电对网络性能的影响、安全和保护等。

(1)布放线缆要求

PoE 反向供电系统通过 RJ45 接口以五类线线缆传送电源信号,为了保证系统的安全性和可靠性,传输线缆必须符合 IEEE 802.3af/at 要求,采用非屏蔽双绞线对电缆或屏蔽双绞线对电缆。电缆的具体技术要求应符合 GB/T 50311-2000《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》和 GB/T 50312-2000《建筑与建筑群综合布线系统工程施工及验收规范》的规定,并支持 TIA-568-B 标准或者 TIA-568-C 标准。

(2)供电距离限制

PoE 反向供电系统需考虑 ONU 到 PSE 间的线缆长

度,防止线缆过长而影响电源信号和数据信号的传送。根据 IEEE 802.3 标准,集线设备和网卡端口的 PHY 芯片只保证驱动 100 m 以内的铜线,对更远的传输距离则不能保证,为了保证系统的正常运行并满足可靠性要求,ONU 到 PSE 间的五类线线缆长度应控制在 100 m 以内。

(3)多用户供电研究

在 PoE 反向供电系统中,通常 ONU 为多个用户共享,当多个用户同时对 ONU 供电时,需实现:均衡供电,确保用户用电公平性;ONU 设备必须具有一定的顽健性,当供电用户改变时,可以保证对系统供电和其他用户的业务无影响,保持系统的稳定性。

(4)对网络性能的影响

在 PoE 反向供电系统中,五类线同时传送数据信号和电源信号,而且由于用户使用的任意性,随时都有不同的用户在上下线,因此需要综合考虑以下两个因素对网络性能的影响:供电切换时,对数据功能的影响;用户频繁上下线的冲击对网络的影响。理论上,供电功能与数据功能互不影响,同时具备抗击电流频繁冲击的能力,即任何用户的频繁上下线都不应对设备供电和其余用户业务产生不良影响。

(5)安全和保护

PoE 系统的布放环境极其复杂,为了最大限度地降低系统隐患故障,保证系统的安全性和可靠性,PoE 反向供电系统运行中必须考虑安全和保护方面的问题,主要包括过功率保护和短路保护、欠压保护和过压保护、过热保护和误插入保护等。当系统出现以上故障时,应能实现自我保护,在故障清除后能重新正常工作。

3 测试和分析

通过 PoE 反向供电设备的实验室测试数据,验证各厂

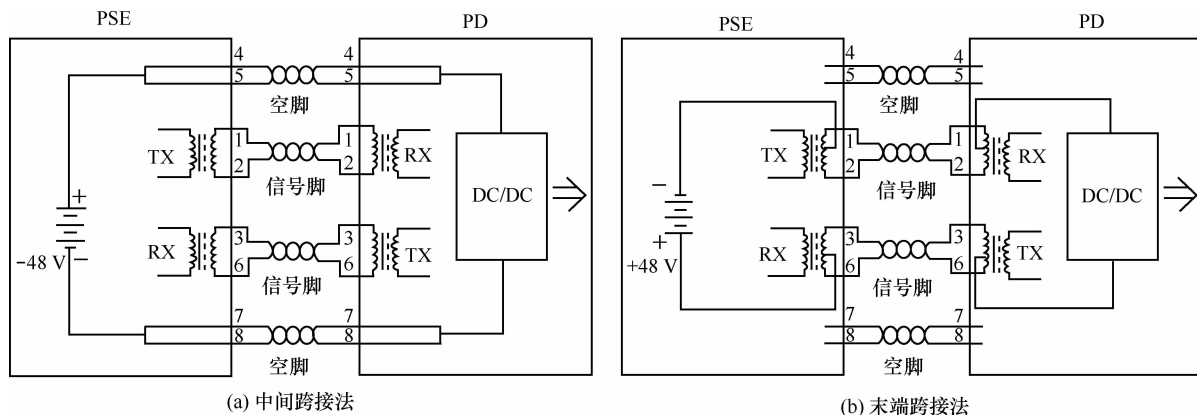


图2 PoE 反向供电接口模型



商 PoE 反向供电设备的特性参数和网络性能,为现网应用提供参考。

3.1 测试环境

测试组网环境如图 3 所示。PSE 将用户 PC 发送的数据和电源耦合在一起,通过标准五类线连接至 PD,PD 为集成 PD 功能的 ONU 设备,同时实现供电和数据传送;调试串口连接的 PC 用于查询和下发各种网管命令^[2]。

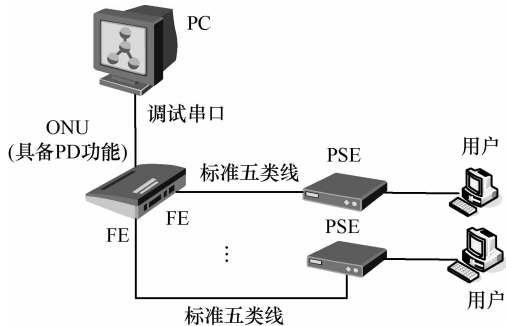


图 3 PoE 反向供电技术测试组网

3.2 测试结果和分析

(1) 反向 PoE 供电距离及其输出电压精度测试

该测试验证两方面内容:在线缆极限距离下,反向 PoE 供电系统的工作情况;PSE 在交流电压波动 (90~264 V 交流)时,输出电压是否满足 PSE 规格或反向 PoE 设备输入电压精度的要求。测试环境如图 4 所示。

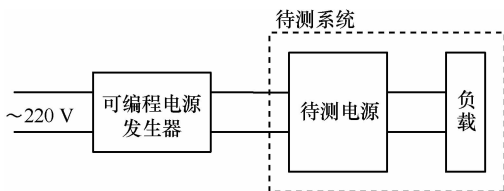


图 4 PSE 电压输出精度测试组网

PSE 在输入 220 V 稳定交流电的情况下,监控系统的可靠性与业务误码率情况见表 1。

结果表明,各厂商设备在极限近距离 (10 m 以内)和极限远距离 (100 m 左右)时,PoE 系统均能正常供电、正常工作,对业务无影响,误码率也满足数据传输要求。

在 90~264 V 交流电范围内改变 PSE 输入电压,测试 PSE 输出电压是否满足 PoE 系统电压精度要求,测试时 PSE 的受电设备以最大负载运行,不同线缆长度下的测试结果见表 2。

从测试结果可以看出,尽管不同厂商设备、不同线缆长度对应的 PSE 的输出电压各不相同,但均满足 PoE 系统电压要求,即 44~57 V 直流电。

(2) 反向 PoE 的多用户供电测试

该测试验证 3 个方面的内容:供电与数据是否相互影响;供电用户切换时,是否对系统供电和其他用户业务产生影响,多用户供电时用户的供电均衡情况;单一 PSE 能否满足 ONU 供电需求。测试时,有用户端口业务正常收发,系统稳定后,供电正常,流量发生仪的数据流量无分组丢失,系统功能稳定,这表明数据功能与供电功能相互不产生影响。反复插拔其中任一端口,没有引起设备重启现象,系统供电正常,另一端口的业务正常,无分组丢失现象。两个用户采用不同长度的线缆连接系统,并能正常发送和接收业务,测试结果见表 3。

从表 3 可以看出,由于线缆存在阻抗,长的线缆输出的电压较低,而短的线缆输出的电压较高,在两个用户同时供电时,线缆距离短、电压高的 PSE 承载大部分功率,电压低的用户只承担极少甚至不承担功率,因此对目前的设备技术而言,当多个用户供电时,系统不具备公平性,主要由高电压用户为系统供电。根据表 3 的测试结果,在测试

表 1 反向 PoE 供电距离极限测试结果

设备	测试结果
设备 1	线缆距离分别为 10 m、100 m 时,正常供电,业务正常,误码率满足要求
设备 2	线缆距离分别为 1 m、2 m、100 m 时,正常供电,业务正常,误码率满足要求

表 2 GPON 模式下 PSE 电压输出精度测试结果

输入交流电 电压/V	10 m 网线输出电压/V				100 m 网线输出电压/V			
	空载		满载		空载		满载	
	设备 1	设备 2	设备 1	设备 2	设备 1	设备 2	设备 1	设备 2
90	47.60	49.76	47.60	49.75	45.83	48.80	45.79	48.82
100	47.60	49.76	47.59	49.75	45.82	48.85	45.75	48.82
220	47.53	49.75	47.52	49.75	45.75	48.83	45.68	48.82
264	47.49	49.76	47.48	49.75	45.70	48.83	45.62	48.83

表 3 PoE 系统两个用户同时供电时的测试结果

设备	工作模式	线缆长度/m	电压/V	电流/A	功耗/W
设备 1	GPON	1	47.660	0.185	8.817
		100	47.580	0.044	2.094
设备 2	GPON	1	49.870	0.170	8.478
		100	49.540	0.010	0.495

单一 PSE 能否满足系统供电需求时, 选用 IEEE 802.3 规定的能保证业务质量的极限远距离 100 m 线缆进行测试, 其余端口连接流量产生仪, 测试结果见表 4。

表 4 单一 PSE 供电情况测试结果

设备	工作模式	电压/V	电流/A	功耗/W
设备 1	GPON	45.650	0.253	11.549
设备 2	GPON	48.790	0.190	9.270

测试数据表明, 即使在极限远距离的情况下, 单一 PSE 仍能满足 ONU 供电要求, 其功耗在 ONU 额定功率范围内。

(3)反向 PoE 多用户频繁上下线冲击测试

测试验证内容包括: 多用户连接系统时, 任意用户频繁上下线对系统供电的影响; 单用户连接系统时, 频繁上下线对系统供电的影响。测试时分别用 1 路 PSE 和多路 PSE 连接系统, 反复插拔 PSE 线缆, 测试 ONU 是否可以正常启动或工作, 业务是否正常, 多路 PSE 供电时监控是否有明显的电源倒换现象。测试结果见表 5。

表 5 反向 PoE 多用户频繁上下线冲击测试

设备	1 路 PSE	4 路 PSE
设备 1	多次插拔 PSE 线缆, ONU 均正常启动, 正常启动后业务正常, 无分组丢失	插拔其中多路供电的 PSE, 其余端口无分组丢失
设备 2	多次插拔 PSE 线缆, ONU 均正常启动, 正常启动后业务正常, 无分组丢失	插拔其中多路供电的 PSE, 其余端口无分组丢失

结果表明, 反向 PoE 多用户频繁上下线时, 对 ONU 启动、供电和业务均不产生影响。

(4)PSE 供电线过功率测试

测试验证供电接口供电线对短接以后的影响。测试时单板上电启动, 在 PSE 电源输出端进行短路, 验证 PSE 电源能否进行保护。测试结果见表 6。

测试结果表明, 各厂商设备均提供过功率保护, 故障

表 6 PSE 供电线过功率测试结果

设备	测试结果
设备 1	PSE 电源瞬间切断输出, 电源指示灯从亮变灭, 短路故障恢复后, PSE 电源正常输出, 电源指示灯从灭变亮, 供电正常
设备 2	PSE 红灯闪烁, ONU 断电, 恢复正常后 1~2 s PSE 正常输出, ONU 恢复供电, 状态正常, 业务正常

恢复后, 设备均可恢复正常供电。

4 结束语

PoE 反向供电技术为光接入网中的设备供电提供了必要的补充, 解决了 ONU 在特殊环境下取电难的问题, 与本地供电方案形成互补, 可为光接入网建设提供灵活的补充供电方案, 加快网络建设, 支撑快速业务部署。目前国内主流设备厂商已具备反向 PoE 产品, 经实验室测试, 产品功能与性能都基本满足现网应用的需求, 可在光接入网建设中逐步推广应用。

参考文献

1 IEEE Std 802.3af. IEEE Standard for Information Technology-Telecommunications and Information Exchange between Systems-Local and Metropolitan Area Networks-Specific Requirements, Part 3:Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)Access Method and Physical Layer Specifications, Amendment: Data Terminal Equipment (DTE) Power via Media Dependent Interface(MDI), 2003

2 YDT 2280-2011.接入网设备基于以太网接口的反向馈电技术要求, 2011

[作者简介]

庄湛海, 男, 现就职于中国电信股份有限公司广东研究院, 主要研究方向为业务网络、核心网络、接入及节能减排技术。

陈健康, 男, 华信邮电咨询设计研究院有限公司工程师, 长期从事电信网络的规划和研发工作, 目前主要研究方向为第 4 代移动通信网、光纤接入网及节能减排技术。

(收稿日期: 2013-12-24)